

Docket No.: 449122060200
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Bernhard KLINGSEIS

Application No.: 10/629,902

Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filed: July 30, 2003

Examiner: Not Yet Assigned

For: METHOD FOR DETERMINING A BOOST
PRESSURE SETPOINT IN AN INTERNAL
COMBUSTION ENGINE WITH AN
EXHAUST GAS TURBOCHARGER

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants hereby claim priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

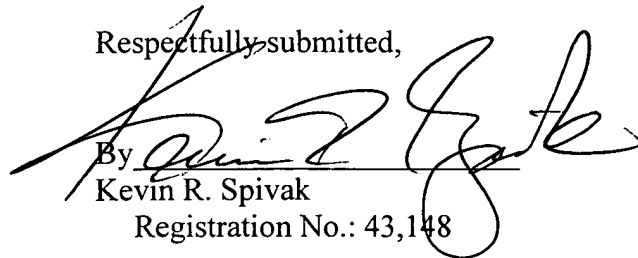
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Germany	102 35 013.2	July 31, 2002



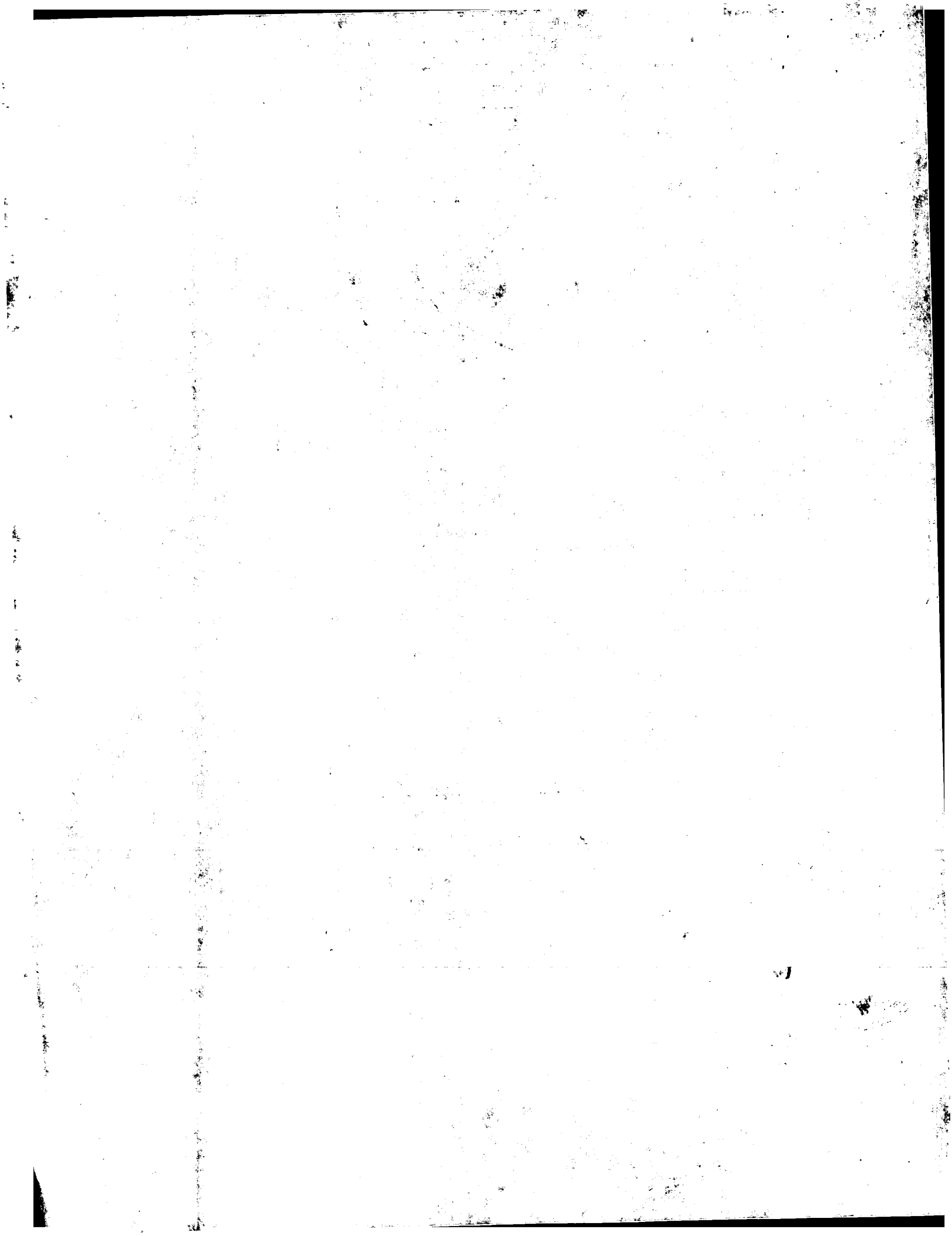
In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: February 17, 2004

Respectfully submitted,

By 
Kevin R. Spivak
Registration No.: 43,148

MORRISON & FOERSTER LLP
1650 Tysons Blvd, Suite 300
McLean, Virginia 22102
703-760-7762





Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 35 013.2

Anmeldetag: 31. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Bestimmung eines Ladedruck-
sollwerts in einer Brennkraftmaschine mit
einem Abgasturbolader

IPC: F 02 B 37/18

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

Verfahren zur Bestimmung eines Ladedrucksollwerts in einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Ladedrucksollwerts in einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader, der eine parallel zur Turbine im Abgastrakt verlaufende Bypass-Leitung mit einem Wastegate besitzt, das über einen pneumatisch betätigten Aktuator gestellt wird.

Bei Verbrennungskraftmaschinen mit Abgasturbolader und Wastegate wird der Ladedruck geregelt, indem der Bypass im Abgastrakt verschieden weit geöffnet bzw. geschlossen wird. Abhängig von der Stellung des Wastegates variiert der Abgasmassenstrom durch die Turbine und somit die Turbinenleistung. Abhängig von der sich ändernden Turbinenleistung ändert sich die Verdichterleistung und damit der Ladedruck.

Die Erfindung betrifft solche Brennkraftmaschinen, bei denen der Druckaktuator für das Wastegate pneumatisch mit Luft aus dem Verdichter angesteuert wird. Durch diese Ansteuerung des Druckactuators kann ein Zustand auftreten, in dem kein ausreichender Ladedruck zum Ansteuern des Wastegates vorhanden ist. In diesem Fall ist der Ladedruck nicht mehr ausreichend, um das Wastegate zu öffnen, so dass die Verdichterleistung nicht verringert werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung des Ladedrucks, insbesondere die Bereitstellung eines Ladedrucksollwerts, in einer Brennkraftmaschine bereitzustellen, die zuverlässig eine stabile Steuerung des Ladedrucks ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Sollwert für den Ladedruck bei deaktiviertem Wastegate auf einen Minimalwert begrenzt. Der Minimalwert setzt sich erfindungsgemäß aus der Summe vom Umgebungsdruck und einer oder mehreren Druckkonstanten zusammen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Ansteuerung der Brennkraftmaschine dahingehend beschränkt, dass ein minimaler Sollwert für den Ladedruck bestimmt wird. Der Minimalwert hängt vom Umgebungsdruck ab, wobei der Sollwert für den Ladedruck nicht kleiner ist als der Umgebungsdruck. Die weiteren Druckkonstanten, die zur Bestimmung des Minimaldrucks berücksichtigt werden, hängen vom konkreten Aufbau des Abgasturboladers, insbesondere des Aktuators für das Wastegate ab. Das erfindungsgemäße Verfahren hält bei dem Ladedruck einen Minimaldruck aufrecht, der eine gewisse Grundkraft für das System bereitstellt. Die Grundkraft stellt sicher, dass das Wastegate in einem geschlossenen Zustand sich befindet derart, dass vor dem Turbinenrad ein hinreichend großer Druck aufgestaut wird, damit die sich dann einstellende Turbinenleistung groß genug ist, einen Druckanstieg im Verdichter hervorzurufen, welcher hauptsächlich zur Aufladung des Verbrennungsmotors genutzt wird, aber auch wiederum als Steuerdruck für den Aktuator wirkt.

Ebenso kann die Erfindung genutzt werden, um den sich einstellenden Grundladedruck zu bestimmen, der sich einstellt auch wenn das Wastegate über z.B. einen elektrischen oder hydraulischen Wastegatesteller oder einen drucklos offenen Drucksteller betätigt wird. Auch in diesen Fällen wird sich im allgemeinen ein Druckanstieg über dem Wastegate einstellen, der zu einem nicht gewollten Ladedruck (Grundladedruck) führt. Dieser Druckanstieg erklärt sich durch die Drosselwirkung auch des geöffneten Wastegates.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zu dem Umgebungsdruck ein drehzahlabhängiger Grundwert hinzu addiert. Der drehzahlabhängige Grundwert wird

bevorzugt von einer für ein Referenzsystem aufgenommenen Kennlinie generiert.

Bevorzugt wird eine zusätzliche Druckkonstante bei geöffneter Drosselklappe und geschlossenem Wastegate bestimmt, wobei die zusätzliche Druckkonstante zu dem Wert für den Umgebungsdruck und den Grundwert hinzu addiert wird. Die zusätzliche Druckkonstante stellt sicher, dass der Sollwert nicht soweit absinkt, dass keine Ansteuerung mehr erfolgen kann.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die zusätzliche Druckkonstante abhängig von dem gemessenen Ladedruck durch Adaption korrigiert. Die adaptive Korrektur der zusätzlichen Druckkonstante stellt sicher, dass die Differenz zwischen Ladedruckistwert und Ladedrucksollwert nicht durch eine Begrenzung mit der Zeit auseinander läuft.

Bevorzugt wird als Aktuator für das Wastegate eine mit Über- und Unterdruck geführte Membrandose eingesetzt, die mit dem Wastegate mechanisch gekoppelt ist. Eine solche Membrandose kann auf unterschiedlichen Seiten mit Druck beaufschlagt werden, so dass die Bewegung der Membran in die Stellung des Wastegates umgesetzt wird. Vorzugsweise ist die Druckdose zur geschlossenen Wastegate-Position hin vorgespannt.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine mit Abgasturbolader,

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Wastegate mit Druckmembrandose,

Fig. 3 das erfindungsgemäße Verfahren als Blockdiagramm und

Fig. 4 eine schematische Ansicht eines Schaltventils.

5 Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 10 in der schematischen Ansicht. Zu Beginn des Ansaugtrakts wird die eintretende Luft gefiltert (Luftfilter 12) und kann über einen Luftmassensensor 14 gemessen werden. Stromabwärts ist ein Turboladerverdichter 16 in dem Ansaugtrakt platziert, der von einer Ladeluftkühlung 18 und optional von einem zweiten Luftmassensensor 20 gefolgt ist. Parallel zu dem Verdichter 16 ist ein Rückstromkanal 22 vorgesehen. Der Rückstromkanal 22 wird über eine Rückstromklappe, die auch als Rückstromventil ausgebildet sein kann, in seinem Durchfluss verändert.

15 Stromabwärts von dem zweiten Luftmassensensor 20 befindet sich eine Drosselklappe 22, die die in die Brennkraftmaschine 10 eintretende Luftmasse steuert. Auch der zweite Luftmassensensor 20 ist lediglich optional. Über eine Abgasrückführung 20 26 kann dem verdichteten Luftstrom in die Brennkraftmaschine ein Abgasanteil beigemischt werden. Der Abgasanteil hängt von der Stellung einer Abgasrückführklappe 28 ab.

Im Abgastrakt 30 ist eine Abgasturbine 32 vorgesehen. Es versteht sich von selbst, dass die Abgasturbine 32 mechanisch mit dem Verdichter 16 gekoppelt ist, wobei die den Abgasen entzogene Leistung mit mechanischen Verlusten in eine Verdichterleistung 16 umgesetzt wird. Stromaufwärts von der Turbine 32 kann ein zusätzlicher sekundärer Lufteinlass 34 vorgesehen sein.

35 Parallel zu der Turbine 32 ist im Abgastrakt 30 eine Bypass-Leitung 36 vorgesehen, durch die Teile der Abgase bzw. der Mischung von Abgasen und Sekundärluft an der Turbine 32 vorbeigeführt werden können. Die Menge an vorbeigeführter Luft wird durch ein Wastegate 38 bestimmt. Ist das Wastegate 38 geschlossen, führt dies zu einem maximalen Abgasstrom durch

die Turbine 32, was dann zu einer maximalen Verdichtung der Frischluft im Ansaugtrakt führt. Hierdurch steigt der Ladedruck an. Ist das Wastegate 38 dagegen maximal geöffnet, so strömen so viele Abgase wie möglich durch den Bypass-Kanal 36, woraufhin die von der Turbine 32 aufgenommene Turbinenleistung sinkt. Mit dieser fällt die vom Verdichter 16 abgegebene Leistung und somit der Ladedruck.

Fig. 2 zeigt schematisch die Betätigung des Wastegates 38.

Das Wastegate 38 besitzt eine Wastegate-Klappe 40, die eine Einlassöffnung 42 abdeckt. Die Klappe 40 ist hierzu um eine Schwenkachse 44 gelagert.

Der verschiedene Abstand der Drosselklappe 40 zu der Öffnung 42 bewirkt strömungstechnisch eine reduzierte Durchtrittsfläche, so dass ein unterschiedlich großer Anteil der Abgase durch die Bypass-Leitung 36 strömt.

Die Wastegate-Klappe 40 ist mit einer Membrandose 46 mechanisch gekoppelt. Die Membrandose 46 besitzt zwei voneinander getrennte Kammern 48 und 50, die über die Leitungen 52 und 54 mit Druck beaufschlagt werden. In der Kammer 48 ist zusätzlich eine Feder 56 vorgesehen, die an einer die Kammern 48 und 50 trennenden Membran 58 anliegt. Die Membran 58 ist auf der der Kammer 50 zugewandten Seite über eine Druckstange mit der Wastegate-Klappe 40 gekoppelt. Auf eine Betätigung der Druckstange 60 hin schwingt der Halterarm der Wastegate-Klappe 40 um die Schwenkachse 44.

In der nicht mit Druck beaufschlagten Position ist die Membran 58 durch die Feder 56 vorgespannt, so dass an der Drosselklappe 40 lediglich die Federkraft und die Kraft der durch die Öffnung 42 strömenden Abgase angreift. Die Wastegate-Position ergibt sich über das Kräftegleichgewicht aus Federkraft 56 und Abgasdruckkraft.

Werden die beiden Kammern nun mit einer Druckdifferenz beaufschlagt, so erhöht oder vermindert sich die auf die Wastegate-Klappe 40 ausgeübte Druckkraft, was zu einer geänderten Drosselklappenposition führt. Mit Druck beaufschlagt werden
5 die Kammern der Membrandose beispielsweise durch Taktventile, die mit einer Pulsweitenmodulation angesteuert werden. Die Taktventile können hierbei so aufgebaut sein, dass sie zwischen einem hohen Druckwert, beispielsweise dem Ladedruck, und einem niedrigen Druckwert, beispielsweise dem Umgebungsdruck, hin und her schalten. In einer alternativen Ausgestaltung ist es ebenfalls denkbar, dass zwischen einem niedrigen
10 Druckwert, beispielsweise niedriger als der Umgebungsdruck, und dem Umgebungsdruck oder einem höheren Druckwert hin und her geschaltet wird. Durch die Pulsweitenmodulation kann
15 hierbei jede Kammer mit einem nahezu beliebigen Druckwert zwischen dem niedrigen und dem hohen Druckwert beaufschlagt werden.

Fig. 3 zeigt den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. Zu
20 einem gemessenen Wert des Umgebungsdrucks 62 wird ein Wert eines Grundladedrucks 64 hinzu addiert. Der Grundwert wird an einem Referenzsystem bestimmt und ist abhängig von der Drehzahl 66. Die Summe aus Umgebungsdruck und Grundwert führt zu dem Minimalwert 68 für den Ladedruck. Zu der Summe der Werte
25 62 und 64 wird eine zusätzliche Druckkonstante 70 hinzu addiert. Die zusätzliche Druckkonstante 70 wird iterativ bestimmt, so dass im dargestellten n-ten Schritt des Verfahrens die zusätzliche Druckkonstante aus dem (n-1)-ten Iterationsschritt hinzu addiert wird.

30 Der minimale Ladedruckwert 68 stellt sicher, dass beim Einsatz der Taktventile stets eine ausreichende Druckdifferenz zwischen Ladedruck und Umgebungsdruck vorliegt, damit die Wastegate-Klappe ansteuerbar ist.

35 Zur Bestimmung der zusätzlichen Druckkonstante wird die Summe aus Umgebungsdruck und Grundwert um den aktuellen Ladedruck

72 vermindert. Aus der so gebildeten Regelabweichung wird abhängig von der Drehzahl 66 die zusätzliche Druckkonstante 74 für den n-ten Schritt gebildet. Die Druckkonstanten sind hierzu in einem Kennfeld 76 abgelegt.

5

Die zusätzliche Druckkonstante 74 wird lediglich in dem Fall bestimmt, dass sowohl die Drosselklappe geöffnet ist und eine Ansteuerung der Taktventile vorliegt. Diese Bedingung wird durch den Druckquotienten 78 an der Drosselklappe festgestellt. Die Bedingung für die geöffnete Drosselklappe ergibt sich hierbei dahingehend, dass der Druckquotient an der Drosselklappe größer als eine vorbestimmte Konstante ist. Selbstverständlich kann durch eine entsprechende Umdefinition des Druckquotienten diese Bedingung auch als ein Vergleich formuliert werden, ob das Druckverhältnis kleiner ist.

15

Die Ansteuerung der Taktventile wird festgestellt, indem deren Ansteuersignal 82 mit einer Konstanten 84 verglichen wird. Lediglich in dem Fall, dass die Drosselklappe geöffnet ist und der Aktuator für das Wastegate über die Stellventile angesteuert wird, wird die zusätzliche Druckkonstante 74 berechnet. Hierzu werden beide Bedingungen über eine Undverknüpfung 86 an einen Schalter 88 angelegt. Liegt an dem mittleren Eingang des Schalters 88 ein Signal an, so wird die Regeldifferenz an das Kennfeld 76 weitergeleitet, anderenfalls unterbleibt die Bestimmung der zusätzlichen Druckkonstanten.

20

25

Fig. 4 zeigt beispielhaft ein Taktventil 90, das eingesetzt werden kann, um die Kammern 48 und 50 mit unterschiedlichem Druck zu beaufschlagen. Das nach dem Prinzip eines Schaltventils mit zwei Eingängen und einem Ausgang arbeitende Taktventil 90 ist in der in Fig. 4 dargestellten Position mit seiner Ausgangsleitung 92 mit der Eingangsleitung 94 verbunden. In der zweiten Stellung ist die Eingangsleitung 96 mit der Ausgangsleitung 92 verbunden. Sind die beiden Eingangsleitungen 94 und 96 nun mit unterschiedlichem Druck beaufschlagt, so

30

35

kann durch entsprechendes hin und her Schalten zwischen der ersten und der zweiten Position jeder Zwischenwert an der Ausgangsleitung 92 erzeugt werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung eines Ladedrucksollwerts (68) in einer Brennkraftmaschine (10) mit einem Abgasturbolader, der eine parallel zur Turbine im Abgastrakt verlaufende Bypass-Leitung (36) mit einem Wastegate (38) besitzt, das über einen pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch betätigten Aktuator gestellt wird, mit folgenden Verfahrensschritten:
 - Der Sollwert für den Ladedruck wird auf einen Minimalwert begrenzt,
 - der Minimalwert (68) wird als Summe aus Umgebungsdruck (66) und einer oder mehreren Druckkonstanten (64, 74) zusammengesetzt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zu dem Umgebungsdruck (62) ein drehzahlabhängiger Grundwert (64) als Druckkonstante addiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei deaktivierter Drosselklappe und geschlossenem Wastegate eine zusätzliche Druckkonstante (74) bestimmt wird, die zu dem Umgebungsdruck und dem Grundwert addiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Druckkonstante (74) abhängig von dem gemessenen Ladedruck (72) durch Adaption korrigiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Grunddruckkonstante (74) den Ladedrucksollwert erhöht, wenn der gemessene Ladedruck (72) niedriger als die Summe aus Umgebungsdruck und Grundwert ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Aktuator für das Wastegate eine mit Über- und Unterdruck geführte Membrandose (46) vorge-

sehen ist, die mit dem Wastegate mechanisch gekoppelt ist.


- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Membrandose in die das Wastegate verschließende Position federvorgespannt ist.

Zusammenfassung:

Verfahren zur Bestimmung eines Ladedrucksollwerts in einer
Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung eines Ladedrucks in einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader, bei dem ein Wastegate (38) über die verdichtete Ladeluft betätigt wird. Da die Betätigung des Wastegates (38) eine
10 Grundkraft voraussetzt, werden die Sollwerte für den Ladedruck auf einen minimalen Wert begrenzt.



(Fig. 2)

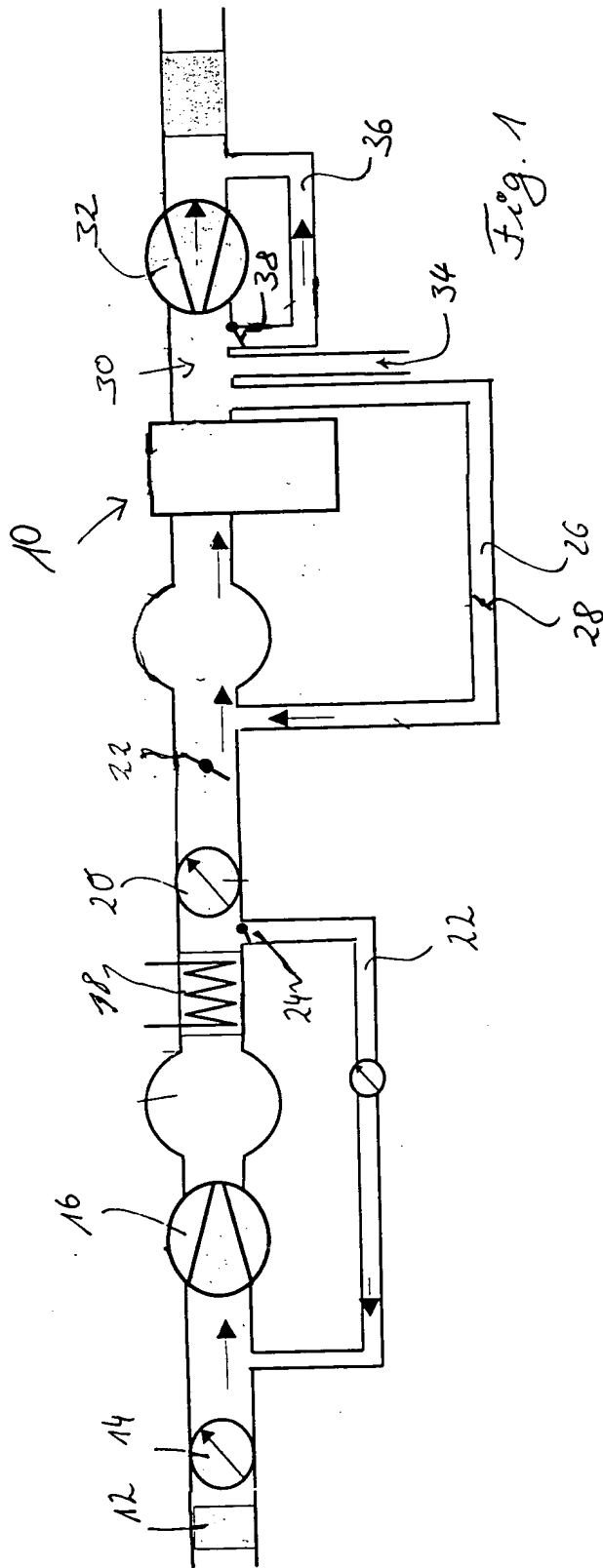


Fig. 1

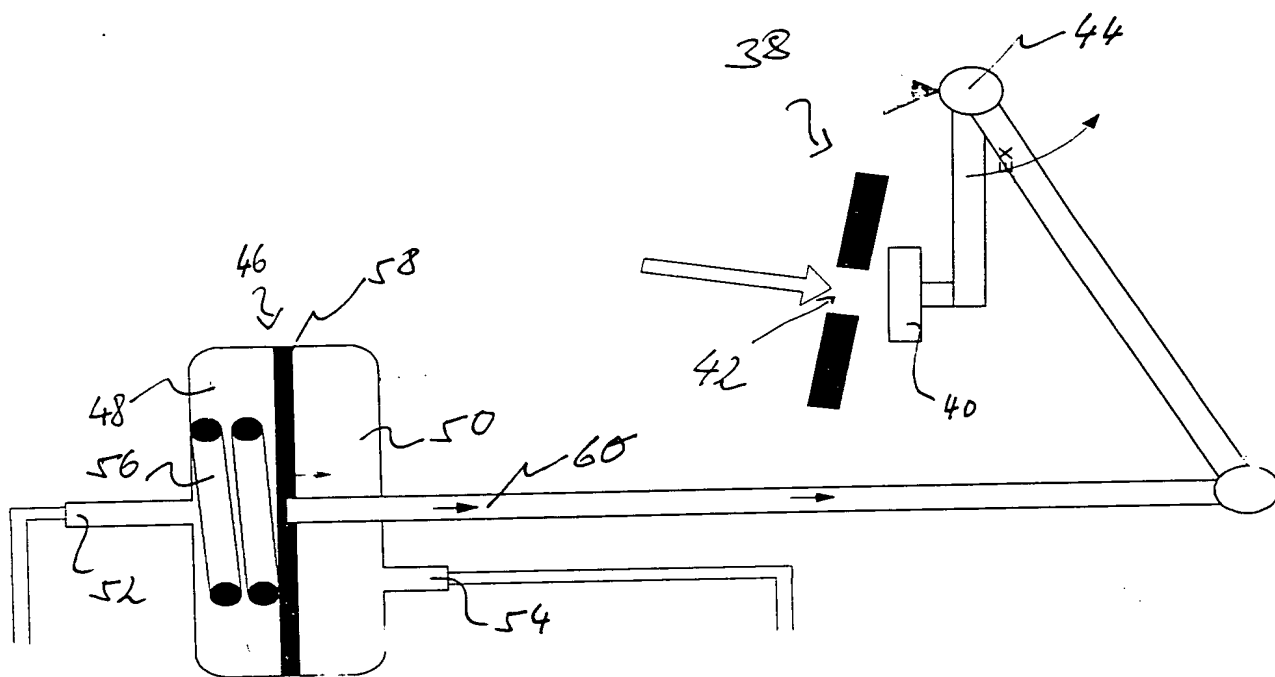


Fig. 2

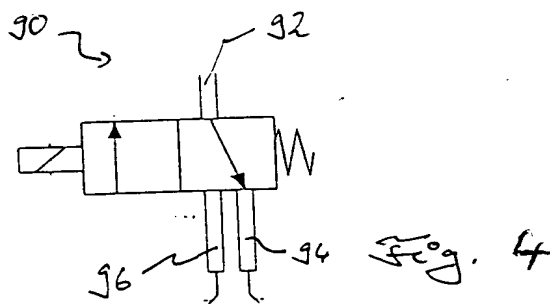


Fig. 4

2002410454

313

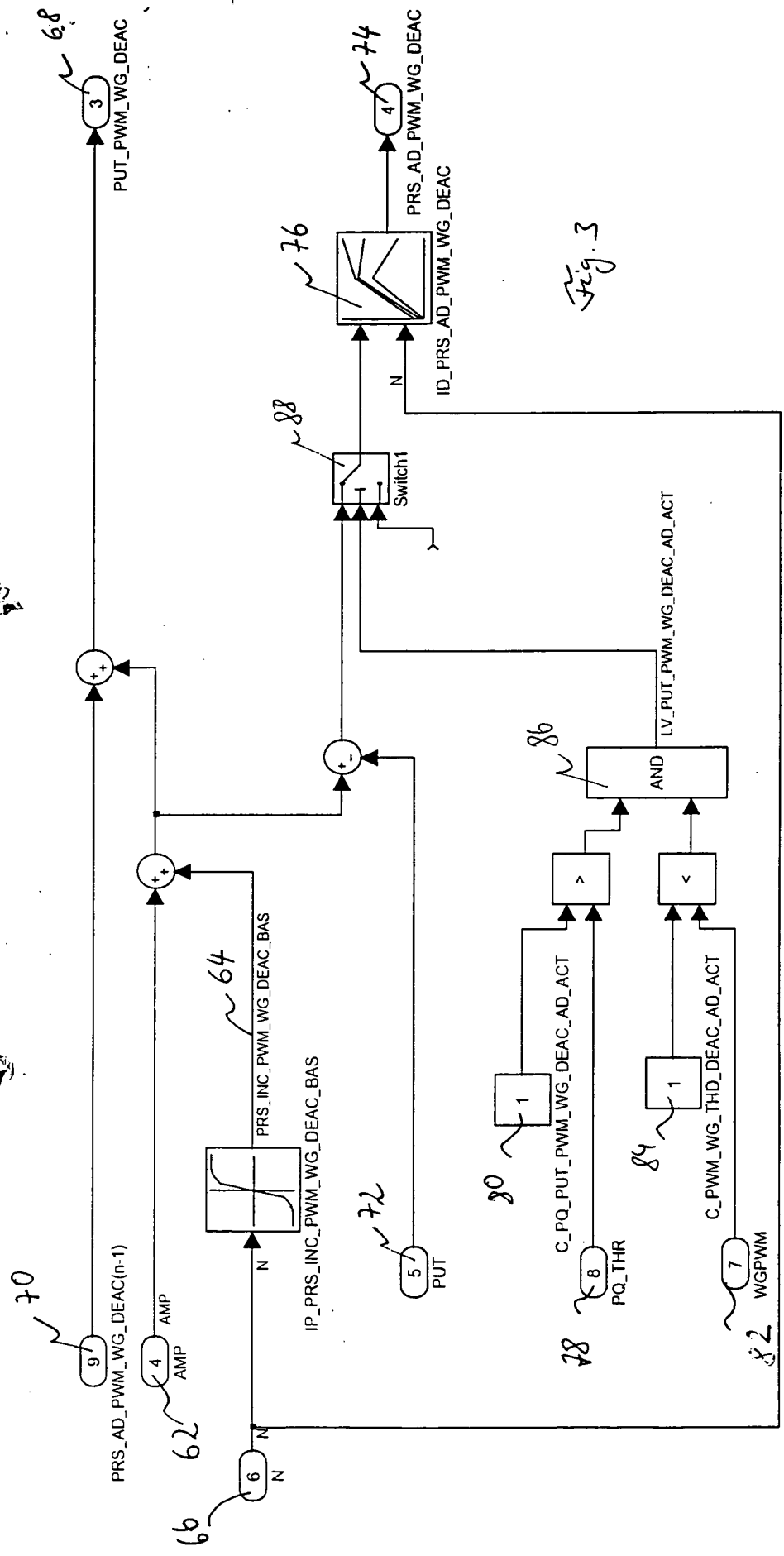


Fig. 3

